

## ТРАКТОРОБУДУВАННЯ

УДК 631.17.002.5

**Р. В. АНТОЩЕНКОВ**, канд. техн. наук, доц. ХНТУСГ ім. П. Василенка, Харків**ДО ПИТАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КОМБІНОВАНИХ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ АГРЕГАТІВ ДОВІЛЬНИХ СТРУКТУР**

В роботі запропонована методологія дослідження комбінованих ґрунтообробно-посівних сільськогосподарських агрегатів довільних структур

**Ключевые слова:** комбінований агрегат, математична модель, структурна схема.

**Вступ.** Появі комбінованих агрегатів сприяло прагнення знизити погектарну витрату палива та питому матеріалоемність агрегатів, вивільнити механізаторів і підвищити продуктивність праці [1] та зберегти кількість проходів по полю, зменшити тим самим ущільнення ґрунту. Було встановлено, що при обробці ярових культур та при дотриманні всіх правил виконання польових робіт одно операційними сільгоспмашинами у весняний період площа контакту рушіїв трактора з ґрунтом охоплює 53% поля, яка протягом року може складати від 100 до 300%. Однак, поглиблений аналіз комбінованих сільськогосподарських агрегатів виявив і негативні моменти їх використання [2]. Дали позитивний ефект спроби суміщення операцій основного обробітку ґрунту, культивування та сівби за один прохід навіть у випадку використання ротаційних плугів. В рослинництві використовуються [3] ґрунтообробно-посівні агрегати з активними та пасивними робочими органами.

Найбільш ефективне використання комбінованих агрегатів на обробці зернових культур при відокремленні оранки як самостійної технологічної операції і суміщення з передпосівним обробітком ґрунту та сівбою [4]. Подібні комбіновані машини включають у себе широкозахватні культиватори, а також приєднуються до трактора висіваючі системи з централізованим дозуванням і пневматичним транспортуванням насіння та добрив до сошників (рис. 1) [3].

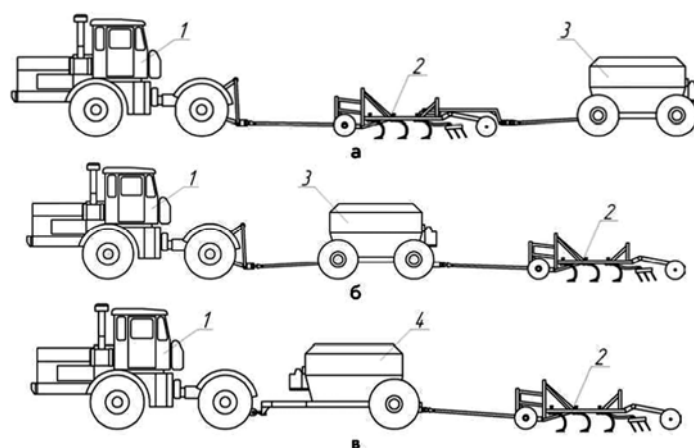


Рисунок 1 – Варіанти компоновальних схем ґрунтообробного посівного машинно-тракторного агрегату на базі колісного трактора загального призначення (1) і посівного комплексу (2, 3 та 4):

а – «трактор-культиватор-двовісний бункер»; б – «трактор-двовісний бункер-культиватор»; в – «трактор-одновісний бункер-культиватор»

© Р. В. Антощенко, 2012

**Аналіз останніх досягнень та публікацій.** При вивченні динаміки агрегатів і загальних можливостей системи керування в цілому, доцільно розглядати спрощену схему агрегату у вигляді лінійної його моделі. Така ідеалізація системи досить ефективна для об'єктів сільськогосподарського призначення динаміка яких вивчена недостатньо. Лінеаризація системи дає можливість фізично осмислити одержувані результати. Математично для лінеаризації управління рухів користуються формулою Тейлора [5], за якою для деякої функції  $F(x, y, z)$  можна записати:

$$F(x, y, z) = F(x_0, y_0, z_0) + \left. \frac{\partial F}{\partial x} \right|_0 \Delta x + \left. \frac{\partial F}{\partial y} \right|_0 \Delta y + \left. \frac{\partial F}{\partial z} \right|_0 \Delta z + \frac{1}{2} \left. \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} \right|_0 \Delta x^2 + \frac{1}{2} \left. \frac{\partial^2 F}{\partial y^2} \right|_0 \Delta y^2 + \dots + R, \quad (1)$$

де  $x_0, y_0, z_0$  – значення змінних в рівноважному режимі;

$\Delta x, \Delta y, \Delta z$  – малі прирощення змінних, так що  $x = x_0 + \Delta x$ ;  $y = y_0 + \Delta y$ ;  $z = z_0 + \Delta z$ ;

$R$  – залишковий член.

Частні похідні обчислюються в точці з координатами  $x_0, y_0, z_0$  і з цього є постійними, причому  $\Delta x, \Delta y, \Delta z$  – малі прирощення змінних, взяті в околиці їх значень, відповідних сталому режиму. Суттєвою особливістю умов роботи мобільних сільськогосподарських агрегатів є те, що всі вхідні дії є випадковими в ймовірностатистичному сенсі. Надходять на вхід системи управління сільськогосподарським агрегатом сигнали повинні розглядатися, як випадкові функції часу. Ці сигнали (вхідні дії) містять певну інформацію про зовнішні збурення і навантаження, тобто про умови і ситуації, в яких працює агрегат і його система управління. Випадкова функція  $X(t)$  – функція невинного аргументу (наприклад, часу  $t$ , шляхи  $L$ ), значення якої при будь-якому значенні аргументу є випадковими величинами. Конкретний вид (реалізацію)  $X(t)$  випадкової функції можна з'ясувати тільки в результаті досвіду.

З задовільною для практики точністю агрегат представляється системою з трьох-чотирьох елементів з числом ступенів вільності 10-12 [6]. За основні частини машино-тракторного агрегату (МТА) приймаються трактор, сільськогосподарська машина, зчіпні пристрої та робиться висновок про необхідність врахування бокового уводу, спричиненого наряду з пружними властивостями рушіїв, а також пружними властивостями ґрунту. В основу математичних моделей даних МТА, в окремому випадку посівного агрегату на базі колісного трактору з шарнірно-з'єднаною рамою, запропонований метод множників Лагранжу [7], відповідно до якого система рівнянь руху має вигляд:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_v} - \frac{\partial T}{\partial q_v} + \frac{\partial \Pi}{\partial q_v} + \frac{\partial F}{\partial \dot{q}_v} &= Q_v + \sum_{k=1}^m \lambda_k A_{kv}, \\ v &= 1, 2, \dots, n; \\ \sum_{v=1}^n A_{kv} \dot{q}_v + A_k &= 0; \\ k &= 1, 2, \dots, m. \end{aligned} \quad (2)$$

Рух МТА визначається  $n$  узагальненими координатами та характеризується  $m$  неголономними зв'язками, за допомогою вказаного методу та використанні виразу  $f_k$  для неголономних зв'язків представляється системою  $(n + m)$  рівнянь відносно невідомих  $(q_1, q_2, \dots, q_n, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n)$ .

**Мета та постановка задачі.** Метою даної роботи є обґрунтування нової методології досліджень комбінованих сільськогосподарських агрегатів довільних структур.

**Вирішення задачі.** Наведені вище методи статистичної динаміки та лінеаризації (1) та методу диференціальних рівнянь Лагранжу II-роду (2), що використовувались та використовуються для дослідження динаміки функціонування МТА, не можуть бути використані для дослідження комбінованих сільськогосподарських агрегатів (рис. 1) зі змінною структурою та змінними параметрами функціонування (наприклад, змінними масами). Тому пропонується використовувати наступну запропоновану методологію.

В експлуатаційних умовах роботи МТА можна розглядати як динамічну систему (об'єкт в цілому) (рис. 2) на вхід якого діють вектор умов  $\vec{F} = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ , керування  $\vec{U} = \{u_1, u_2, \dots, u_k\}$ , внутрішніх зв'язків  $\vec{D} = \{d_1, d_2, \dots, d_i\}$ , та вихідних параметрів  $\vec{Y} = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$ . Кількість  $n, k, i$  вхідних та  $m$  вихідних параметрів функціонування залежить від типу агрегату, обраної розрахункової схеми, кількості врахованих умов роботи агрегату та інших факторів [8].

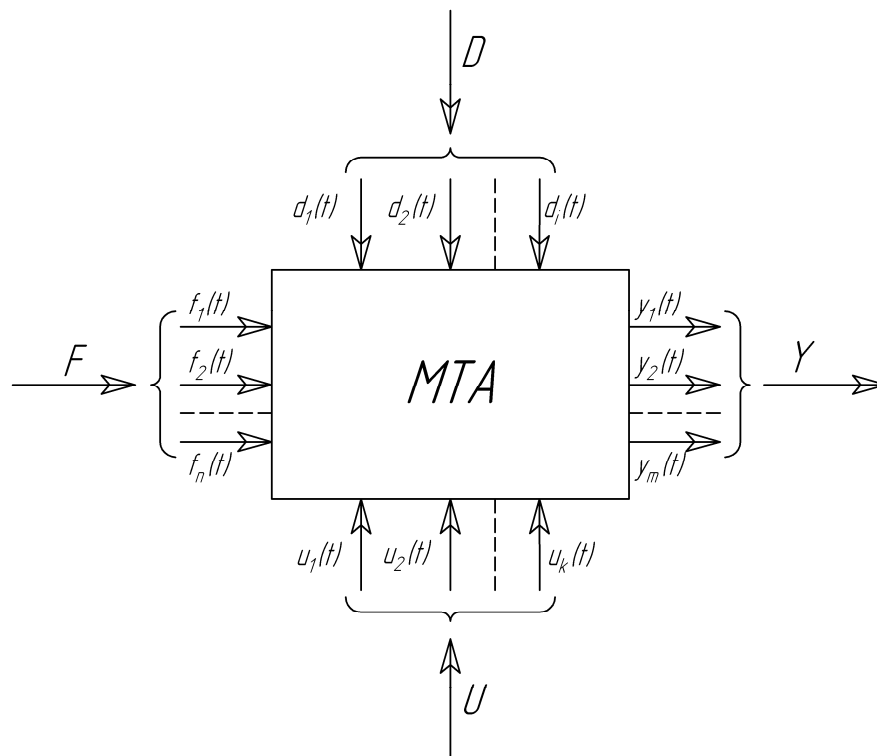


Рисунок 2 – Динамічна модель сільськогосподарського агрегату:

$\vec{F}$  – вектор вхідних умов;  $\vec{U}$  – вектор параметрів керування;  $\vec{D}$  – вектор внутрішніх зв'язків;  $\vec{Y}$  – вектор вихідних параметрів

Комбіновані сільськогосподарські агрегати і їх комплекси є складними динамічними системами, що складаються з окремих складальних одиниць і елементів з різними зв'язками (рис. 3), динамічні властивості яких визначаються відповідними характеристиками. Комбінований ґрунтообробно-посівний агрегат складається з мобільного енергетичного засобу (МЕЗ) – трактору, що використовується в якості джерела механічної енергії; технологічного модуля 1 (ТМ1) – культиватора, що може розташовуватись спереду або заду МЕЗ; технологічного модуля 2 (ТМ2) – сіялки та технологічної ємності (ТЄ) – бункеру для посівного матеріалу і добрив. ТЄ може розташовуватись між МЕЗ та сіялкою (рис. 1б, рис. 1в), після сіялки (рис. 1а) або на тракторі.

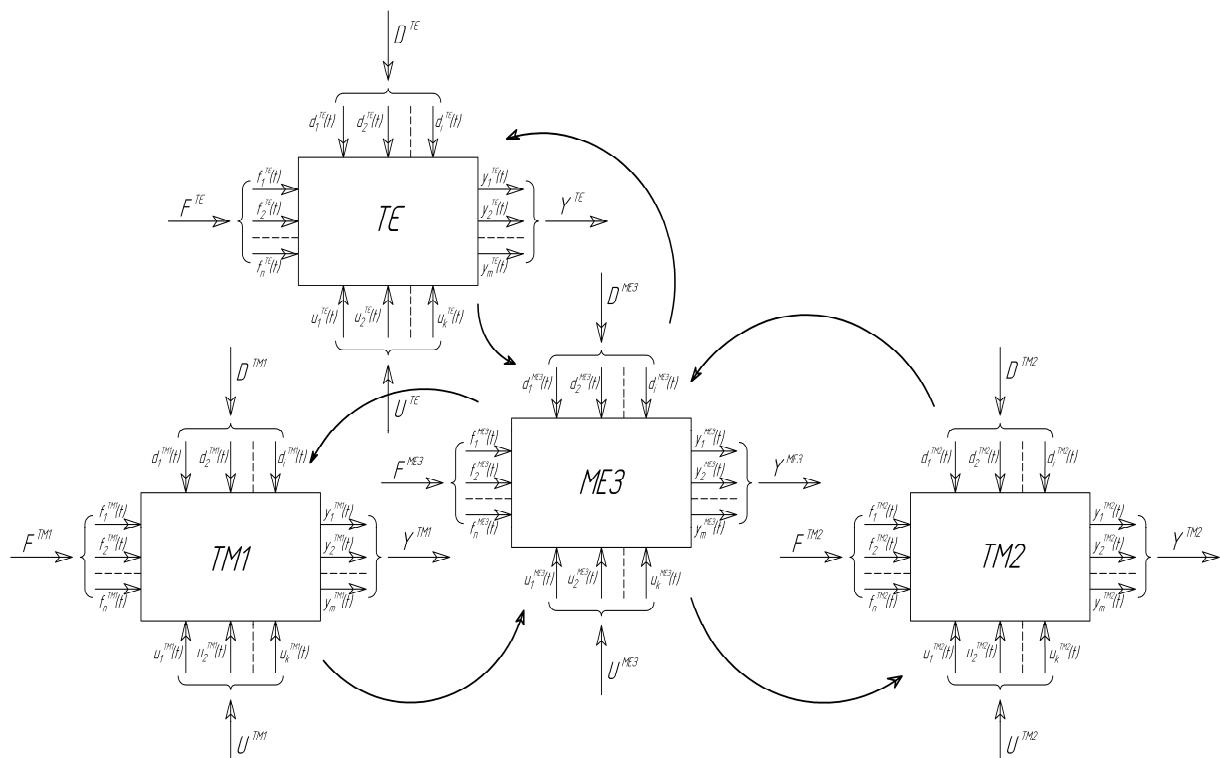


Рисунок 3 – Динамічна модель комбінованого сільськогосподарського агрегату довільної структури:

МЕЗ – мобільний енергетичний засіб; ТМ1 – технологічний модуль 1; ТМ2 – технологічний модуль 2; ТЄ – технологічна ємність; — — прями та зворотні зв'язки між елементами агрегату

При визначенні передаточної функції всієї системи в цілому часто виникає необхідність перетворення багатоланкової схеми з метою її спрощення або заміни одним складним ланкою. Такі перетворення легко виконуються на структурних схемах. Структурна схема динамічної системи являє собою графічне зображення системи у вигляді сукупності динамічних ланок з позначенням їх передавальних функцій та зображень вхідних і вихідних змінних. Структурна схема використовується для визначення передавальних функцій складних динамічних систем, складові яких охоплені різними зв'язками. Для дослідження систем зі змінними структурами в останній час розроблені наукові підходи з використанням сучасних обчислювальних методів та засобів [9].

## Висновки

Запропонована методологія дослідження комбінованих ґрунтообробно-посівних сільськогосподарських агрегатів довільних структур повинна підвищити точність та якість виконання роботи та враховувати зміну параметрів та структури при функціонуванні агрегатів.

**Список використаних джерел:** 1. *Погорілий Л. В.* Сучасні проблеми землеробської механіки і машинознавства при створенні сільськогосподарської техніки нового покоління [Текст] / Л. В. Погорілий // Вісник ХДТУСГ, вип. 2. – Харків, 2003. – С. 10-26. 2. *Лобошко Н.И.* Новые тенденции в создании и использовании комбинированных агрегатов [Текст] / Н.И. Лобошко, В.Н. Зволинский // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1997, №9. – С. 7-11. 3. *Кравчук В. І.* Сучасні тенденції розвитку конструкції сільськогосподарської техніки [Текст] / За ред. В. І. Кравчука, М. І. Гричишина, С. М. Ковалю. – К.: Аграрна наука, 2004. – 395 с. 4. *Надыкто В.Т.* Перспективные направления создания комбинированных и широкозахватных МТА [Текст] / В.Т. Надикто // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2008, №3. – С. 26-30. 5. *Антощенков В.Н.* К вопросу построения математической модели комбинированного машинно-тракторного агрегата [Текст] / В.Н. Антощенков, Р.В. Антощенков // Тракторная энергетика в растениеводстве: Сб. научн. тр. – Х.: ХГТУСХ, 2003. – Вып. 6. – С. 80-85. 6. *Рославцев А.В.* Результаты исследования движения МТА [Текст] / А.В. Рославцев, С.Л. Абдула // Тракторы и сельхозмашины. – 1999. – № 10. – с. 14-18. 7. *Рославцев А.В.* Колёсные трактора кл. 3: расширенные сферы применения и особенности аналитического представления движения МЭС на их основе (в порядке обсуждения) [Текст] / А.В. Рославцев // Тракторы и сельхозмашины. – 1992. – №1. – С. 7-9. 8. *Бурков Л. Н.* Концепция общей теории сельхозмашин [Текст] / Л. Н. Бурков // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1998. – № 8. – С. 36. 9. *Емельянов С. В.* Теория систем с переменной структурой [Текст] / Под ред. Емельянова С.В. // М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1970 – 592 с.

*Надійшла в редколлегию 23.11.2012*

УДК 631.17.002.5

**К вопросу исследования комбинированных сельскохозяйственных агрегатов произвольных структур / Р.В. Антощенков** // Вісник НТУ «ХП». Серія: Автомобіле- та тракторобудування, 2012. – № 60 (966). – С. 26–30 – Бібліогр.: 9 назв.

В работе предложена методология исследования комбинированных ґрунтообробаючо-посевных сельскохозяйственных агрегатов произвольных структур

**Ключевые слова:** комбинированный агрегат, математическая модель, структурная схема.

Research methodology combined cultivating, planting, aggregate of arbitrary structures are presented in this article.

**Key words:** combined unit, the mathematical model block diagram.